

Un WEBGIS Open Source a supporto dei rilievi GPS in Sicilia

Gino DARDANELLI
Dipartimento di Rappresentazione
(DIRAP), Università di Palermo
90128 Palermo
t + 03909123896228
e gino.dardanelli@unipa.it

Andrea SCIANNA
ICAR C.N.R.
c/o Dipartimento di Rappresentazione
Università di Palermo
90128 Palermo
t +0390917028731
e andrea.scianna@cnr.it

Key words > WEBGIS, open source, GNSS, NRTK, GPS.

Riassunto > Con il rapido sviluppo di Internet, degli ultimi anni, i sistemi informativi geografici basati sull'utilizzo del Web sono diventati un argomento di forte interesse per il settore dei GIS.

Il WEBGIS è uno strumento software, basato su sistemi di reti locali o geografiche e su un'interfaccia semplificata operante tramite browser Internet, che permette l'accesso a banche dati geografiche, anche a persone non esperte del settore.

Tramite tale strumento è possibile visualizzare contestualmente informazioni geografiche organizzate su livelli informativi tematici, anche caratterizzati da diverso sistema di riferimento geografico ed eseguire, tramite un'interfaccia Web semplificata, parte delle operazioni che normalmente vengono eseguite con software GIS per desktop-workstation.

Un WEBGIS permette quindi in modo efficiente ed a costi contenuti la condivisione di informazioni geografiche ad un più vasto pubblico non necessariamente limitato ai soli addetti ai lavori.

I campi applicativi dei WEBGIS sono molteplici ed ancor più numerosi di quelli dei GIS (non dimenticando che dietro un WEBGIS c'è sempre un GIS messo a punto da esperti del settore).

Di interesse è anche quello del rilievo tramite strumenti di posizionamento globale (GNSS); il WEBGIS, infatti, può anche essere un utile strumento a supporto dei rilievi condotti o da effettuarsi con ricevitori GNSS, permettendo la fornitura di informazioni utili per le fasi preliminari al rilievo (copertura rete telefonica, collegamento internet, monografie dei punti) e/o successive ad esso (download dati necessari al post processing, monografie stazioni permanenti e coordinate aggiornate).

Sulla base di tali istanze e dell'esistenza di una rete di stazioni permanenti, a copertura della Sicilia occidentale, realizzata dal 2005 al 2007 per fini non soltanto scientifici, ma anche tecnici, presso il Dipartimento di Rappresentazione dell'Università di Palermo (oggi Dipartimen-

Alessandro FERRARA
Libero Professionista
e sandrof3@yahoo.it

Articolo ricevuto in redazione nel mese di Febbraio 2011 e accettato dopo revisione scientifica nel mese di Aprile 2011.

to di Ingegneria Civile, Ambientale, Aerospaziale, DICA) si è ritenuta di interesse la realizzazione di uno strumento software (WEBGIS), tale da permettere la gestione della grande mole di dati geografici, giornalmente acquisiti, in modo da supportare ricercatori e tecnici durante le operazioni preliminari al rilievo ed al post-processing dei dati rilevati.

Abstract > With the rapid development of Internet and its applications, Web-based Geographical Information System became an important topic of GIS sector.

WEBGIS applications allow their use also to people not experienced of the topic and are the most efficient and low-cost way in delivering and sharing of geographic information. With this instruments it is possible not only to visualize geographical data organized in different thematic layers, probably characterized by different spatial reference systems, but it is also possible to perform many operation typical of desktop GIS.

WEBGIS applications could be an helpful instrument also for the sector of GNSS surveying, where is necessary to publish information in order to plain the survey and to execute post-survey operations. This work describes the development of an open source WEBGIS application by which is possible download data for post-processing operations, query spatial data by attribute and view the results as graphic representations, obtaining general information on behaviour of the network and access conditions.

This work is based on the *Global Navigation Satellite System (GNSS) Network Real Time Kinematic (NRTK)* realized in Sicily, from 2005 to 2007, for the 2005 Research "Project of Relevant National Interest" (PRIN2005) entitled "*Reti di stazioni permanenti per impieghi di controllo ed emergenza*" founded by Minister of Instruction, University and Scientific Research (MIUR), by a research group at ex *Dipartimento di Rappresentazione* (DIRAP) today DICA (Department of Civil, Environmental and Aerospace Engineering), of University of Palermo, Italy.

Introduzione e stato dell'arte

Negli ultimi anni si è assistito allo sviluppo di nuove tecnologie utili ad acquisire, organizzare e distri-

buire elevate quantità di informazioni territoriali, spesso di proprietà di diverse amministrazioni, permettendo all'utente di accedere a dati tecnici utili all'analisi e di supporto alle decisioni, in campi che vanno dalla pianificazione territoriale a quella economica, alla gestione del rischio e delle emergenze. Con il più recente sviluppo di Internet, anche i WEBGIS, che si sono evoluti parallelamente alle altre applicazioni per il WEB, sono diventati applicazioni essenziali per l'accesso alle informazioni geografiche distribuite; tale evoluzione ha permesso di avere interfacce utente più efficienti e, anche grazie all'evoluzione dei web service, sono migliorati - al contempo - i livelli di condivisione dell'informazione con il conseguimento quindi di una maggiore interoperabilità.

Anche nel campo del rilevamento GPS i WEBGIS si rivelano utili sia come strumento di supporto alle decisioni (pianificazione delle possibilità e modalità del rilievo) che come strumenti utili al processamento delle informazioni. Diversi studi sono stati condotti su tali tematiche negli ultimi anni.

Le applicazioni WEBGIS sono – oggi - il mezzo più efficiente ed a più basso costo per la distribuzione e lo scambio di informazioni geografiche per il pubblico e per gruppi di ricerca (Kingston 2000, Carver et al. 2000, Anderson e Moreno-Sanchez 2003, Dragicevic 2004).

Stefini et al. (2002) mostrano nel loro lavoro la sperimentazione e il metodo per l'aggiornamento in tempo reale del GIS attraverso l'utilizzo di sensori GPS portatili connessi al server e alla stazione permanente via Web.

Banni et al. (2003) presentano lo schema di sviluppo di un sistema di post-processamento di rilievi GPS integrato in un DataBase cartografico, con estensioni spaziali e consultabile attraverso un'applicazione WEBGIS.

Alippi et al. (2004) producono i risultati del trekking effettuato in una zona remota del Parco Nazionale del Sagarmatha nella catena montuosa dell'Himalaya: la pianificazione, l'implementazione del database su palmtop computer, l'integrazione dei dati acquisiti lungo il sentiero su un WEBGIS.

Crozi (2007) sviluppa un'applicazione WEBGIS in cui gli operatori accedendo in tempo reale al data-

base sul server possono eseguire operazioni di editing avvalendosi del dato GPS in modalità RTK.

Fujino (2007) illustra un metodo di realizzazione di un sistema Web-based per visualizzare e analizzare dati statistici associati a informazioni geografiche in modo interattivo usando grafici dinamici.

Lee et al. (2007) mettono a punto un'applicazione GIS Ajax per la simulazione della disponibilità della navigazione GNSS in aree densamente urbanizzate. Questa simulazione Web mostra quando e dove i servizi di navigazione satellitari sono disponibili in canyons urbani.

Pignone et al. (2007) illustrano l'attività svolta dal LABGIS@INGV mostrando come attraverso il Web un utente può accedere al Geodatabase, al WEBGIS e ai report cartografici creati.

Zhang et al. (2008) sviluppa il risultato di uno studio per lo sviluppo di un'applicazione WEBGIS a supporto al monitoraggio delle coste del Jiangsu.

Jiugang et al. (2009) descrivono il progetto e l'implementazione di un WEBGIS per la gestione delle emergenze, sviluppato con tecnologie Service-Oriented Architecture (SOA), Web Service, mostrando come un WEBGIS possa essere di aiuto nel prendere decisioni e nel gestire le informazioni spaziali in casi particolari delle emergenze.

Oggi è possibile fornire in modo semplice ed efficace servizi geospaziali sul Web. Distribuire dati spaziali attraverso questi servizi comporta la diminuzione della ridondanza dei dati, una migliore gestione degli stessi, una maggiore cooperazione tra i soggetti interessati. Il concetto di Web-services (W3C) oggi, per le applicazioni spaziali, si è evoluto verso "Geo Web Services" o Geospatial Web Services.

I Geospatial Web Services permettono, per differenti applicazioni GIS, di accedere in modo standardizzato alle informazioni geospaziali, sia in forma raster che vector, garantendo un elevato livello di interoperabilità, l'indipendenza dalla piattaforma hardware e dal software che si utilizza. Questo anche grazie all'impegno per la standardizzazione dell'informazione spaziale svolto dall'Open Geospatial Consortium - Web Service Common (OGC) ed esistono anche parecchi software OpenSource che si rifanno agli standard OGC.

Sulla base dello stato dell'arte appena riportato è stata sviluppata l'applicazione WEBGIS "OPEN GeoNET" che qui si presenta.

Open GeoNET permette di accedere, tramite un'interfaccia WEB, ai dati geografici giornalmente prodotti dalla rete di stazioni permanenti GNSS realizzata dal 2005 al 2007 e gestita oggi dal DICA (dell'Università di Palermo), nonché alla grande mole di dati geografici di base riguardanti il territorio coperto dalla rete (ad es. vertici trigonometrici delle reti geodetiche regionali e nazionali e relative monografie, reti di punti catastali, rete stradale utile al raggiungimento dei vertici) in modo da supportare tecnici e ricercatori sia nella fase di pianificazione di un rilievo (operando come strumento di supporto alle decisioni) che nella successiva fase di post-processing.

OPEN GeoNET è stato realizzato in più fasi, totalmente tramite applicazioni free ed open source e costituisce l'evoluzione dell'applicazione inizialmente sviluppata in ambiente commerciale proprietario ARCGIS della ESRI, denominato GeoNET (Scianna e Dardanelli, 2009); OPEN GeoNET è accessibile all'indirizzo WEB:

<http://gislab.geomatica.unipa.it:8091/GeoNET/map.phtml>

Open GeoNET è pensato come strumento utile per l'accrescimento delle informazioni contenute nella banca dati da parte degli utenti, che durante le fasi di post-processing dei dati possono effettuare l'upload di informazioni relative al rilievo condotto in campagna (copertura rete GSM-GPRS, ostacoli, interferenze elettromagnetiche), che potranno essere di ausilio alle esecuzioni di altri rilievi da parte di altri tecnici.

1. Open geo NET

L'interoperabilità è un requisito emergente e sta diventando, grazie anche alla Direttiva Inspire¹, un riferimento assoluto per gli enti pubblici che distribuiscono e/o condividono i dati attraverso Internet. L'interoperabilità si persegue prevalentemente con il ricorso a modelli standard della struttura delle banche dati e dei servizi web per l'accesso ad essi tramite i quali è possibile realizzare le cosiddette Infrastrutture dati territoriali. In tal senso l'OGC (Open Geospatial Consortium) svolge un ruolo fondamentale perché si occupa della standardizzazione dei servizi web geospaziali.

Gli standard OGC permettono, tramite la definizione di geo-servizi un accesso standardizzato alle informazioni geo-spaziali sia in forma raster sia vettoriale.

Il sistema OPEN GeoNET è conforme agli standard OGC, ed è interamente realizzato con software free e Open Source come riportato in dettaglio in Tabella 1.

OPEN GeoNET è un'applicazione funzionante sotto sistema operativo Linux Ubuntu (ma con opportune lievi modifiche funziona anche su S.O. Windows XP), ed è basato su Apache (Webserver) e su UMN MapServer (application server) (Figura 1).

1 Sulla GU n. 56 del 9-3-2010 - Suppl. Ordinario n. 47) è stato pubblicato il Decreto Legislativo 27 gennaio 2010, n. 32 Attuazione della direttiva 2007/2/CE, che istituisce un'infrastruttura per l'informazione territoriale nella Comunità Europea (INSPIRE)".

Il Decreto è finalizzato alla realizzazione di un'infrastruttura nazionale per l'informazione territoriale e del monitoraggio ambientale che consenta allo Stato italiano di partecipare all'infrastruttura per l'informazione territoriale nella Comunità europea (INSPIRE) per gli scopi delle politiche ambientali e delle politiche o delle attività che possono avere ripercussioni sull'ambiente. Il Decreto stabilisce norme generali per lo scambio, la condivisione, l'accesso e l'utilizzazione, in maniera integrata con le realtà regionali e locali, dei dati necessari per gli scopi delle politiche ambientali.

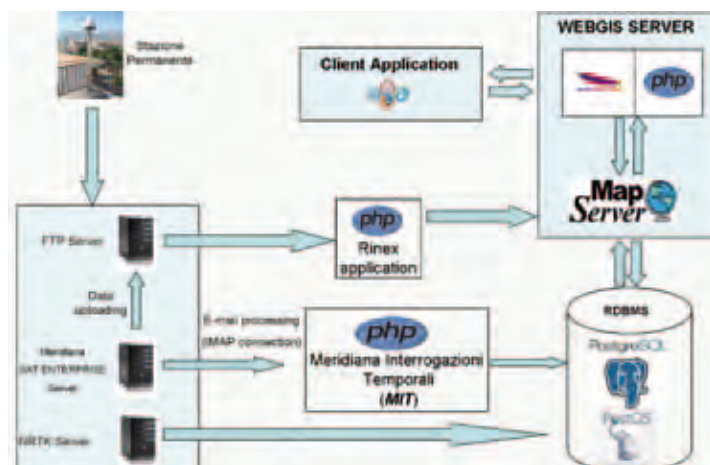


Figura 1 - Interazioni in OPEN GEONET

Map Server non solo fornisce il supporto di base WEBGIS, ma consente l'accesso ad altri geo-servizi (come quelli attivi presso il nodo SISTR delle Regione Siciliana, <http://88.53.214.52/WEBGISportal>) che rendono disponibili altri livelli informativi di base, richiamati da Open GeoNET, che si aggiungono a quelli specifici relativi alla rete di stazioni permanenti gestita dal DICA.

UNM MapServer supporta alcune delle specifiche OGC sui geospatial web service (WMS, WFS), contribuendo al conseguimento dell'interoperabilità per come richiesto dalla Direttiva UE Inspire.

Su UNM MapServer opera una versione personalizzata di Pmapper che, insieme al database geografico specifico, costituisce l'applicazione Open GeoNET vera e propria.

L'accesso ad Open GeoNET avviene tradizionalmente attraverso una *home page* dove sono presenti una serie di opzioni per l'attivazione delle diverse funzioni del sistema. E' possibile ottenere informazioni di carattere generale sulla rete, scaricare dati per il post-processing, accedere ad informazioni sui rilievi NRTK.

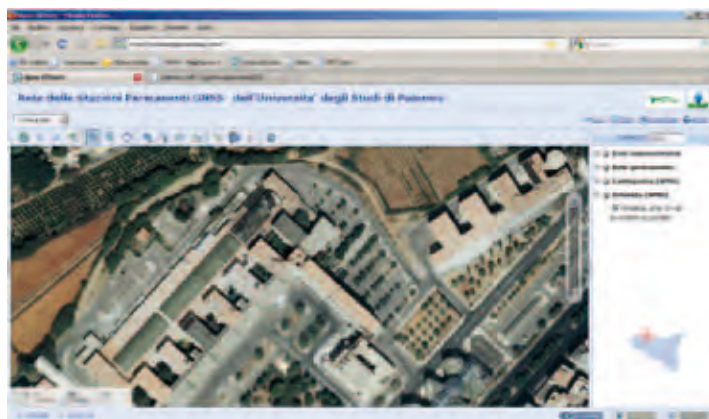
Tabella 1 – Piattaforma Open GeoNET

Sistema Operativo	Windows XP Professional SP3 e Fedora
Web Server	Apache 2.2.10 HTTP server e PHP 5.2.6 modules
WEBGIS Server	UNM MapServer 5.2.1
Client	P.mapper version 4
GIS Client Software	Quantum Gis e GRASS
RDBMS	PostgreSQL con estensione spaziale PostGIS
Web Browser	Firefox

Tramite questa home page, che costituisce l'interfaccia di Pmapper, si accede ad altre applicazioni quali Meridiana Interrogazioni Temporal (Mit Online) e Rinex download, anch'esse scritte in PHP.

Mit Online è un'applicazione web-based scritta in PHP; con questa applicazione l'utente può analizzare continuamente i messaggi inviati via e-mail dalla rete di stazioni permanenti GNSS. L'archivio utilizza i messaggi inviati dal server in post-processamento, in un periodo di tempo che va dal settembre 2007 ad oggi. In questo modo, per ogni stazione (Figura 2), vengono memorizzati i messaggi in tempo reale in un database ed è possibile effettuare le relative interrogazioni. L'utente conosce in tempo reale lo stato della rete e quali stazioni sono interessate dal segnale di errore (PDOP, stazioni permanenti attive, numero di satelliti, stato della stazione online- offline) attraverso un'analisi grafica (Dardanelli e Ferrara, 2009). Rinex download permette di scaricare i dati delle stazioni permanenti campionati a 30", 15", 10".

Figura 2 – Stazione permanente di Palermo visualizzata su Ortofoto (WMS)



Gli strumenti frequentemente utilizzati in Open GeoNET includono gli strumenti di visualizzazione (zoom in, zoom out, pan), gli strumenti di interrogazione e individuazione e gli strumenti di misura, con il quale l'utente finale può eseguire agevolmente l'operazione pianificazione del rilievo, individuando eventuali punti IGM95 o altri (Figura 3), visualizzando le relative monografie (Figura 4).

Tabella 2 - Dati in OPEN GEONET

Layer	Formato Orig	Processing
Aree Urbane	Shapefile	Importato nel geodatabase
Punti IGM95	Shapefile	Importato nel geodatabase
Confini comunali	Shapefile	Importato nel geodatabase
Ortofoto	Jpeg	WMS Service
Stazioni Permanenti	Shapefile	Importato nel geodatabase
Confini provinciali	Shapefile	Importato nel geodatabase
Carta Tecnica Regionale	Jpeg	WMS Service
Vertici Tecnici Regionali	Shapefile	Importato nel geodatabase
Viabilità	Shapefile	Importato nel geodatabase
Rilievo Geo++	Shapefile	Importato nel geodatabase
Punti Catastali	Shapefile	Importato nel geodatabase

Il geo-database, che sta alla base dell'applicazione WEBGIS, contiene dati in diversi formati, come quelli vettoriali tipo shape file, mappe raster in formato tiff, tabelle in formato dbf, ma anche livelli informativi strutturati all'interno di una database geografico gestito tramite Postgres SQL e la sua estensione spaziale PostGIS. Alle spalle del progetto Open GeoNET c'è l'idea che anche gli utenti potranno contribuire al popolamento del database.

Lo sforzo di collaborazione, richiesto agli utenti della rete una volta fatto il loro rilievo, consisterà anche nel comunicare la qualità di accesso alla rete telefonica e le condizioni di connessione infatti non tutte le reti telefoniche hanno ovunque una buona qualità di segnale in modo tale da creare una mappa che mostri la qualità di connessione nei punti rilevati. Per quanto riguarda l'informazione non spaziale relativa alla rete GNSS, il sito WEBGIS mette a disposizione la seguente sezione:

- informazioni generali sul comportamento della rete e delle condizioni di accesso;
- collegamento al server FTP per scaricare i dati di post-processing;
- collegamento a Mit Online, un'applicazione web-based utile ad un'analisi statistica del stato della rete di stazioni permanenti in tempo reale.

In aggiunta alle informazioni riguardanti le nove stazioni permanenti, sono stati importati nel geodatabase del WEBGIS i vertici appartenenti alle reti create da altre autorità geodetiche, come l'Istituto Geografico Militare (IGM), la Regione Siciliana, l'Agenzia del Territorio. Il motivo di includere tutti questi punti è dovuto alla loro buona materializzazione sul terreno e al loro buon posizionamento per la ricezione del segnale satellitare; essi si sono rivelati molto utili come riferimenti per il rilievo RTK. Vengono altresì inseriti in tempo reale nel geodatabase i punti provenienti dai rilievi effettuati dai tecnici che collaborano con il DICA. Il database geografico comprende, oltre ai punti della rete IGM95:

- i 523 vertici tecnici regionali della Regione Siciliana, che fanno parte di una rete costruita tra il 2001 e il 2004, il cui l'obiettivo era

quello di aumentare la densità dei vertici della rete IGM95. Questa rete è una struttura complessa, determinata da un numero sovrabbondante di misure effettuate secondo le disposizioni dell'Intesa Stato-Regioni (Intesa GIS 1996). Essi hanno una precisione intrinseca inferiore ai punti della rete IGM95, 30–50 mm in orizzontale e 50–80 mm in quota;

- i 2400 punti catastali, di cui 590 provenienti dai vertici della rete GPS della Agenzia del Territorio, relativamente alla sola provincia di Palermo; questi punti appartengono sia alla Rete Primaria Regionale, con interdistanza dei vertici di 8-9 km che a quella Secondaria, con interdistanza dei vertici di circa 2 km. Altri 1800 punti sono quelli della maglia fiduciaria (interdistanza 200-300 m), collegati ai punti della rete secondaria.

Complessivamente, all'interno del progetto vi sono circa 13.000 acquisizioni GPS, provenienti sia dalle elaborazioni di rilievi svolti da liberi professionisti per pratiche topografiche catastali che da rilievi condotti da personale universitario, per verificare l'affidabilità della rete, la precisione e la ripetibilità (progetto Prin 2005).

Grazie alle informazioni presenti all'interno della banca dati è possibile interrogare il sistema al fine di:

- visualizzare tutti i nodi - le stazioni permanenti e i punti di controllo a terra - della rete GNSS (Figura 3);



- visualizzare la monografia di ogni nodo della rete, comprese le coordinate, la mappa dettagliata della zona, fotografie e altre informazioni utili (Figura 4);

Figura 3 – Stazioni permanenti e punti di controllo in OPEN GEONET

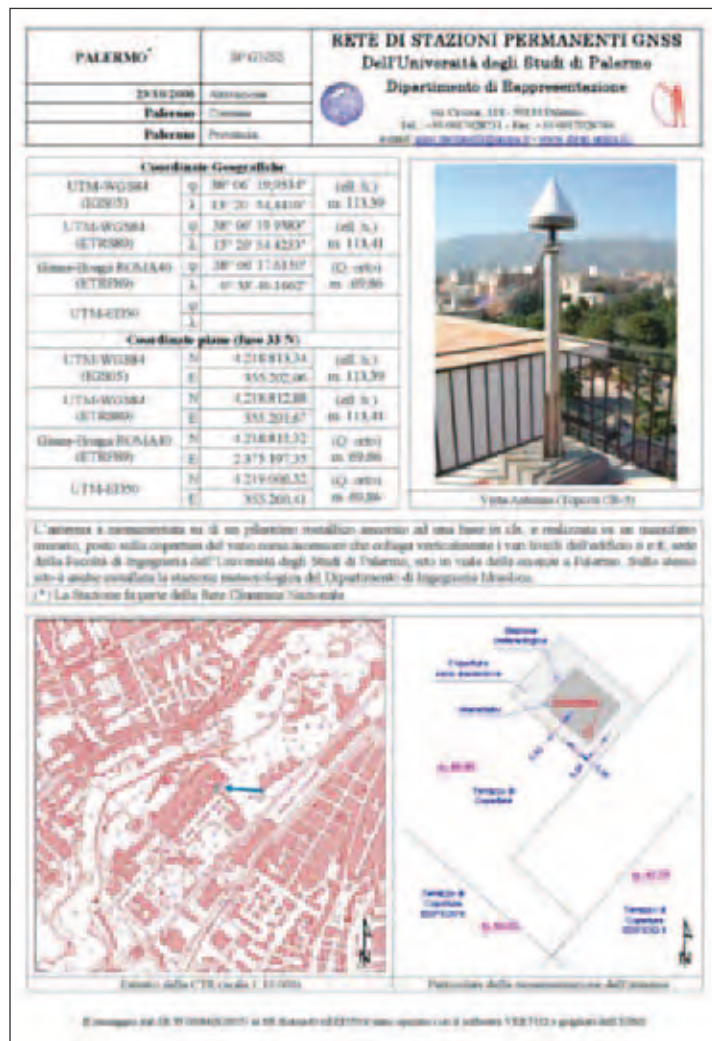


Figura 4 – Monografia di una stazione permanente presente in OPEN GEONET

- effettuare il download dei dati per il post-processamento (Figura 5);

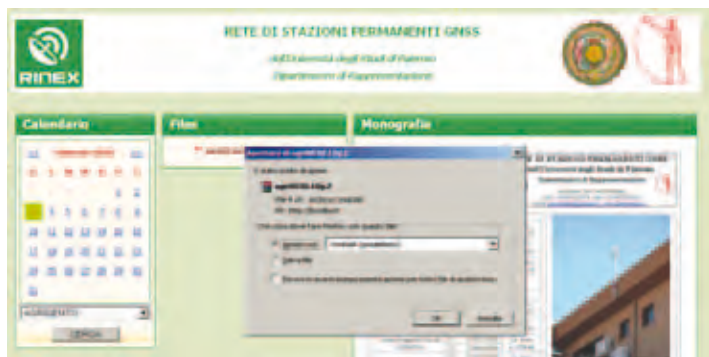


Figura 5 - Download dei dati per post-processamento.

Figura 6 - Report degli errori per stazione visualizzati con Meridiana.

- collegarsi all'applicazione Meridiana Interrogazioni Temporal (Figura 6);



- interrogare il sistema attraverso gli attributi spaziali dei diversi layers presenti nel geodatabase, per mezzo di un costruttore di query SQL e visualizzare i risultati (Figura 7);



Figura 7 – Interrogazione dei dati attraverso OPEN GEONET WEBGIS.

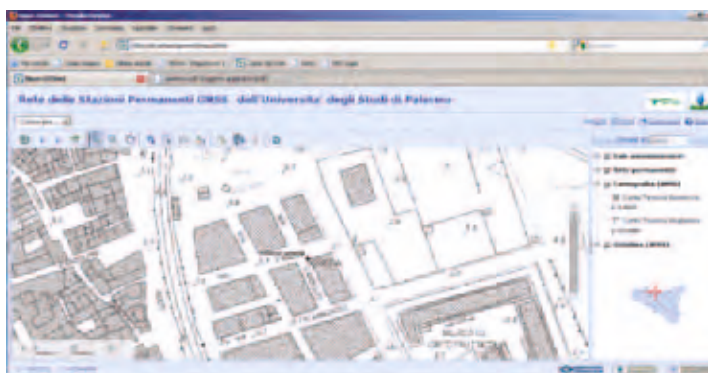
Figura 8 – Risultati dello strumento “Identifica”.

Figura 9 – Punto di interesse su carta tecnica della Regione Siciliana (WMS).

- interrogare il sistema attraverso lo strumento “Identifica” (Figura 8);



- individuare i punti di interesse sulle carte tecniche ufficiali (Figura 9).



Conclusioni

Il progetto descritto mostra la struttura di OPEN GeoNET e gli aggiornamenti introdotti rispetto alla versione precedente. In particolare, è stata aggiunta un'applicazione che permette di scaricare i dati per le operazioni di post-processamento e l'applicazione Meridiana Interrogazioni Temporalì che permette agli utenti l'analisi statistica dei dati di qualità in tempo reale.

Questo progetto è particolarmente importante dal momento che permette il controllo a posteriori delle correzioni ottenute nel rilievo e l'individuazione di metadati per la rete di stazioni permanenti GNSS.

OPEN GeoNET è attualmente accessibile su Internet all'indirizzo: <http://147.163.1.55:8091/GeoNET/map.phtml>.

Gli autori ritengono che possa essere considerato uno strumento utile e di facile utilizzo per il monitoraggio dello stato della rete permanente e per il reperimento delle tante informazioni sulla rete GNSS. Inoltre, OPEN GeoNET consente agli utenti finali di scaricare i dati di un rilievo GNSS realizzati precedentemente e di effettuare le analisi e le query che sono maggiormente importanti ai loro fini. Il sistema è aperto a tutte le possibili espansioni, come ad esempio il controllo della qualità dei dati GPS, con un collegamento al software che elabora le variazioni delle serie temporali delle singole stazioni permanenti. Una possibile espansione potrebbe essere l'inserimento di un layer con tutti i confini o perimetri delle particelle catastali con quelle contigue e l'identificazione del numero di foglio catastale, il nome del Comune e della Provincia, in modo da reperire tutte le informazioni necessarie a pianificare un rilievo in qualsiasi zona di interesse.

Bibliografia

- DARDANELLI G., FRANCO V., LO BRUTTO M. 2008. La rete GNSS per il posizionamento in tempo reale dell'Università di Palermo: progetto, realizzazione e primi risultati. In Bollettino SIFET (Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia) n. 3-2008, pp. 107-124
- FUJINO T., 2007. SVG+Ajax+R: a new framework for WEBGIS. Computational Statistics, Volume: 22, Issue: 4, Pages: 511 December, 2007
- LEE Y.W., SUH Y., SHIBASAKI R. 2007. Ajax GIS application for GNSS availability simulation. In KSCE Journal of Civil Engineering, Volume 11, Number 6, Korean Society of Civil Engineers, SpringerLink November, 2007
- ALIPPI C., GIUSSANI A., MICHELETTI C., RONCORONI F., STEFINI G., VASSENSA G. 2004. Global positioning and geographical information systems. In Instrumentation & Measurement Magazine, IEEE vol.7 issue.4 pp.36-43 December, 2004
- DRAGICEVIC S. 2004. The potential of Web-based GIS. Journal of Geographical Systems, Volume 6, Number 2, pp 79-81, June, 2004
- ANDERSON G., MORENO-SANCHEZ R. 2003. Building Web- Based Spatial Information Solutions around Open Specifications and Open Source Software. Transactions in GIS, Volume 7 Issue 4, pp 447-466, Published Online: 22 Aug 2003
- KINGSTON R., CARVER S., EVANS A., TURTON I. 2000. Web-based public participation geographical information systems: an aid to local environmental decision-making. Computers, Environment and Urban Systems n.24, pp 109-125, 2000
- SURACE L. 1997. La nuova rete geodetica nazionale IGM95: risultati e prospettive di utilizzazione. In Bollettino di Geodesia e Scienze Affini, n° 3 – 1997
- DARDANELLI G., FERRARA A., SCIANNA A., 2010. Open GeoNET: WEBGIS of a GNSS Permanent Network. Location Technologies and Solutions: The Next Frontier, Melaha 2010, Cairo, Egypt, 3-5 Maggio 2010

- DARDANELLI G., FERRARA A., 2009. Meridiana Interrogazioni Temporal: Un'applicazione per l'analisi dei messaggi dalle stazioni permanenti. In Atti 13a Conferenza Nazionale ASITA, Bari, Italy, 1-4 December 2009
- JIUGANG L., XINMING T., ZHENGJUN L., MINYAN D., 2009. Design and Implementation of WEBGIS for Government Emergency Management Based on SOA. ISPRS International Conference on Geo-spatial Solutions for Emergency Management and the 50th Anniversary of the Chinese Academy of Surveying and Mapping Beijing, Volume XXXVIII-7/C4, pp.149-152, China 14-16 September 2009
- SCIANNA A., DARDANELLI G., 2009. GEONET: WEBGIS of a GNSS Permanent Network. In European Navigation Conference - Global Navigation Satellite Systems 2009. Naples, Italy, 3-6 May, 2009
- ZHANG X., YAO J., ZHU C., LI Y., DING X., 2008. A WEBGIS for spatial data processing, analysis and distribution for coastal investigation and assessment (Mission 908) in Jiangsu, China. ISPRS Congress Beijing, China, 2008.
- CROZI M., 2007. Una realizzazione Web Gis per l'aggiornamento in rete di database topografici. In Atti 11a Conferenza Nazionale ASITA, Centro Congressi Lingotto, Torino, Italy, 6-9 November 2007
- PIGNONE M., MOSCHILLO R., 2007. Il Labgis@Ingv di Grottaminarda, Attività e Prospettive. In Atti 11a Conferenza Nazionale ASITA, Centro Congressi Lingotto, Torino, Italy, 6-9 November 2007
- BANNI A., BUFFA F. 2003. Un'applicazione Web-Gis Open-Source. In Atti 7a Conferenza Nazionale ASITA, Verona, Italy, 28-31 October 2003
- STEFINI G., CANTONI R., FESTA E., VASSENA G., 2002. GPS-GIS-WEB. Uso di internet per l'aggiornamento di un web-gis e la contemporanea trasmissione del segnale di correzione differenziale GPS. In Atti 6° Conferenza Nazionale ASITA - GEOMATICA PER L'AMBIENTE, IL TERRITORIO E IL PATRIMONIO CULTURALE - Perugia, Italy, 5-8 November 2002

Bibliografia da web site

Open Geospatial Web Service Common: <http://www.opengeospatial.org/standards/common>
 WebServices : <http://www.w3.org/2002/ws/>